



XVIII. ULUSAL MEKANİK KONGRESİ
26 - 30 Ağustos 2013, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa

BETONARME YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM VE YAPI YÜKSEKLİĞİNİN DAVRANIŞA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mohammed Hazım ve M. Tolga Göğüş

Gaziantep Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 27310 Gaziantep.

ÖZET

Yüksek yapılar ilk olarak dini ve anıtsal yapılarla başlamış, gelişen teknoloji ile bugünkü şeklini almıştır. Yüksek yapılar, özellikle nüfusun yoğun olduğu, dolayısıyla küçük alanlar üzerinde mümkün olduğunca daha fazla konut ve işyerinin konumlandırıldığı büyük kent merkezlerinde zorunlu çözümlerdir. Yüksek yapı inşasının ilerleyen yıllarda daha da artacağı görülmektedir. Yüksek yapılar, yapı tasarımında yatay yüklerin düşey yüklerden etkin olduğu ve dayanım, yer değiştirme ve işletme ölçütlerine göre tasarlanan yapılar olarak tanımlanabilir. Yatay yüklerin etkinliğinden dolayı, yapıdaki taşıyıcı sistem seçimi ve yerleşimi çok önemlidir. Yapı taşıyıcı sistemi yapı davranışını etkileyen önemli faktördür. Bu çalışmada, farklı yapı taşıyıcı sistemlerinin farklı yapı yüksekliklerinde yapının davranışına etkisi incelenecektir.

ABSTRACT

Religious and monumental architecture was first started in high structures, with the growing technology of today has taken shape. High structures, especially in densely populated, so as much as possible on the smaller areas are located in large urban centers and the establishment required more housing solutions. The construction of high rise building is seen to increase in the coming years. High structures, building design, horizontal loads and withstand the vertical loads to be effective, relocation and operation of structures designed according to the criteria defined. Due to the effectiveness of horizontal loads, structural load bearing system selection and placement of structures is very important. load bearing system is the important factor affecting the behavior of structure. In this study, the effect of different load bearing system systems studied the behavior of the structure of different heights.

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun, yüksek yapılar inşa etme arzusu ilk çağlardan beri artarak devam etmektedir. Yapıların gelişimine bakılacak olursa yüksek yapı yapmak saygınlık sebebi olmuştur. İlk akla gelen eski yüksek yapılar olarak Mısır Piramitleri, Maya Tapınakları, Babil Kulesi ve Kutup Minar ilk akla gelen örneklerdir. Bu yapılar yığma olarak yapılmış ve kullanım amaçlarına ihtiyaç olmaktan çok anıt özelliğindeki yapılardır. Günümüzde ise rekabet ve prestij yüksek

yapı inşasının etkileyen en önemli faktördür. Ayrıca, tüm dünyada kentlerdeki arazi fiyatları ve nüfus yoğunluğunun artışı yüksek yapıların sayılarının artmasına sebep olmaktadır.

Yapılara, kat yükseklikleri veya toplam yüksekliğini esas alarak yüksek olarak nitelendirmek yanlış bir yaklaşımdır. Örneğin, çok katlı yapıların sayısının az olduğu bir kentte sekiz katlı bir yapı yüksek olarak nitelendirilecekken yüksek yapıların çok olduğu bir metropol kentte ise 20 katlı bir yapı yüksek olarak nitelendirilemeyebilir. Yüksek yapı tanımı, konuma, zamana ve kişiye göre değişiklik göstermektedir. İnşaat mühendisliği açısından yüksek yapı kavramı ise yapı tasarımında yatay yüklerin düşey yüklerden etkin olduğu ve dayanım, yer değiştirme ve işletme ölçütlerine göre tasarlanan yapılar olarak tanımlanabilir. Yatay yüklerin etkinliğinden dolayı, yapıdaki taşıyıcı sistem seçimi ve yerleşimi çok önemlidir.

Son yıllardaki, yeni taşıyıcı çeşitlerini geliştirilmesi, yapı malzemelerindeki gelişmeler, yeni yapım tekniklerinin geliştirilmesi ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler yüksek yapıları temelden çatıya değiştirmiştir. 60'lı yıllara kadar yüksek yapılarda malzeme olarak çelik tercih edilirken, günümüzde betonarme ve karma sistemlerde uygulanmaktadır [1].

Bu bildiride; yüksek yapılardaki taşıyıcı sistemlerden bahsedilmiş ve farklı betonarme taşıyıcı sistemler ve farklı kat yüksekliklerindeki bina tipi yapılardaki çeşitli yükler altındaki davranışı incelenecektir.

2. YÜKSEK YAPI TASARIMI

Yüksek yapıların tasarımında çok farklı sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunlar, yapıya etkileyen yüklerle ilgili olarak malzeme ve taşıyıcı sistem seçimi ile ilgilidir. Yapı yüksekliğinin artması, yapı elemanlarına gelen yükleri arttırmaktadır. Yapı elemanlarının kesitleri fazla zorlanmakta ve ölçüleri ekonomik olmaktan çıkmaktadır.

Taşıyıcı sistem seçiminde yapıya etki eden düşey ve yatay yükler dikkate alınmaktadır. Sabit ve hareketli yükler düşey yükler sınıfındadır. Sabit yükler yapıya sürekli olarak etkileyen yüklerdir. Hareketli yükler ise konum ve büyüklükleri yapının kullanım amacına göre değişen yüklerdir. Yatay yükler ise yüksek yapı tasarımında dikkate alınması gereken rüzgar ve deprem yükleridir. Yapı yüksekliği arttıkça yatay yüklerin etkisi hızla artmaktadır [2].

2.1 Yüksek Yapılarda Kullanılan Malzemeler

Yüksek yapı tasarımında malzeme seçiminde öncelikle malzemenin avantaj ve dezavantajları değerlendirilmelidir. Kullanılan malzemeler açısından, betonarme, çelik ve kompozit (karma) yüksek yapılar olarak sınıflandırılabilir.

Betonarme yüksek yapılar, beton malzemesinin ekonomi, işlev, kolay şekil alabilme ve zamanla ortaya çıkabilecek bozulmalara dirençli olması dolayısıyla sıklıkla tercih edilmektedir.

Çelik yüksek yapılar, 1800'li yıllarda kullanılmaya başlayan çelik malzemesi günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. İnşaat süresinin kısalığı, geniş açıklıkların kolaylıkla geçilebilmesi, projede yapılabilecek onarımlara imkan vermesi ve yapı ağırlığının az oluşu nedeniyle yatay yüklerden daha az etkilenmesi ve inşaat sürecindeki hava şartlarından fazla etkilenmemesi malzeme olarak çeliğin tercih sebepleridir.

Karma yüksek yapılar, beton ve çelik malzemenin bir arada kullanıldığı karma yapılardır. Çeliğin hızlı yapım süreci ve mukavemeti, betonun ekonomik oluşu ve yangına karşı direnci dolayısıyla karma yapılar son yıllarda yaygın bir şekilde tercih edilmektedir [3]

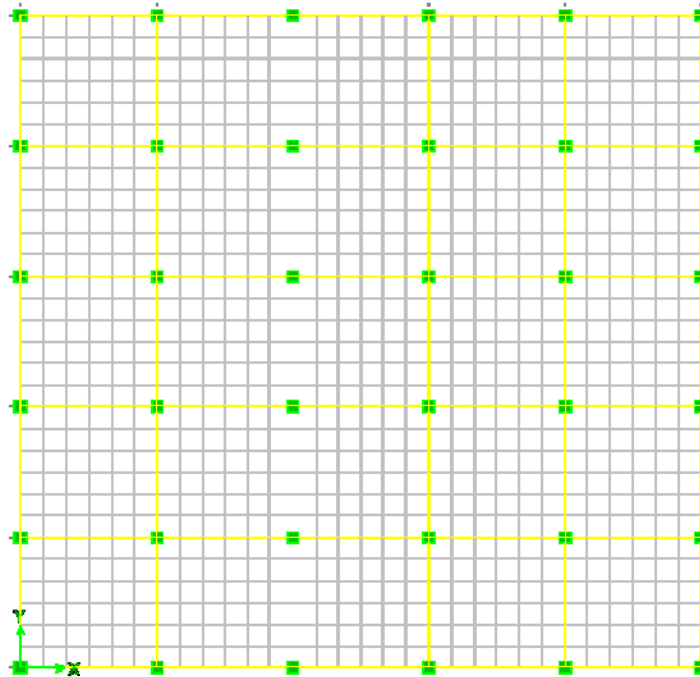
2.2 Yüksek Yapılarda Kullanılan Taşıyıcı Sistemler

Yüksek yapılarda taşıyıcı sistemlerde seçilen malzeme yapı yüksekliği, kat adedi ise yapının işlevine göre çeşitlilik gösterir [3]. Yüksek yapılara etkiyen yatay ve düşey yükleri taşıyan taşıyıcı sistem tipleri

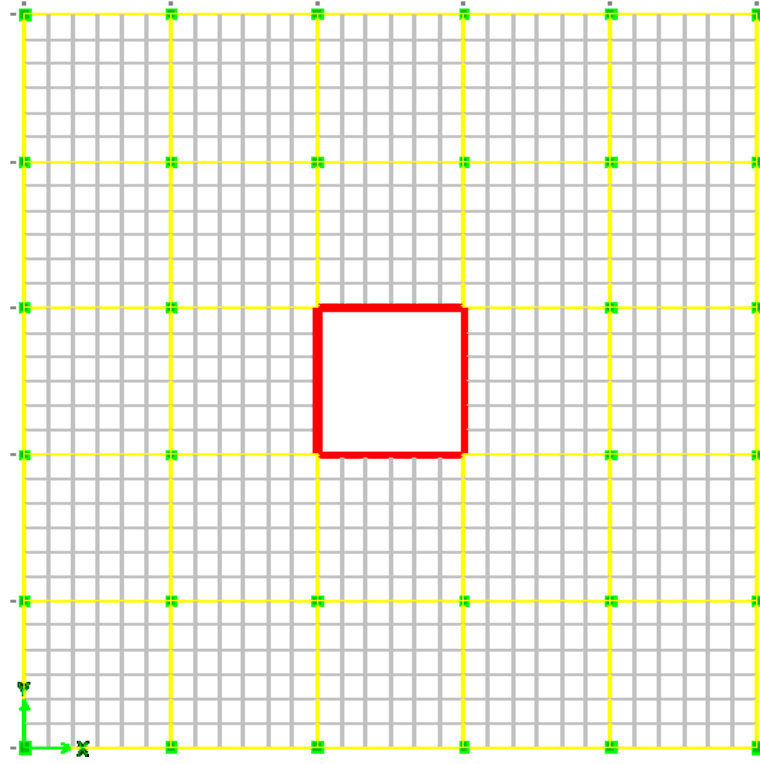
- Çerçeve sistem, kolon ve kirişlerin rijit olarak birbirine bağlanmasıyla oluşan sistemlerdir.
- Perde duvarlı sistem, yapı içinde yapılacak sabit bölmeler düşey ve yatay yüklere karşı koyacak şekilde düzenlenerek perde duvarlardan oluşturulan sistemlerdir.
- Çerçeve ve perde duvarlı sistem, perde ve çerçeve sistemlerin birlikte kullanıldığı sistemlerdir.
- Çekirdekli sistem, yatay yüklere karşı zeminden konsol olarak çıkan büyük kirişli sistemlerdir.
- Tübüler sistem, yapı çevresinde sık aralıklarla kullanılan kolonlarla oluşturulan sistemlerdir.

3. SAYISAL ÖRNEK

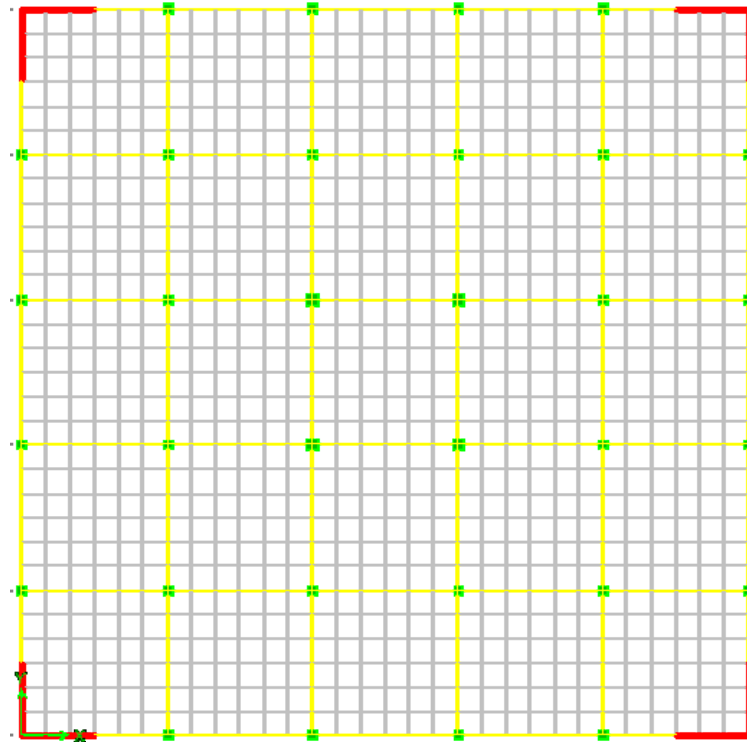
Sayısal uygulama için, Şekil 1 ve 2’de görülen iki farklı kalıp planı, 10, 20 ve 40 katlı olarak üç farklı kat adedinde modellenmiştir. Her iki kalıp planı da 30m×30m olacak şekilde 3m kat yüksekliğinde teşkil edilmiştir. Taşıyıcı elemanlardan kirişler 40/60, döşemeler ise 15 cm olarak belirlenmiş ve bütün katlar boyunca sabit alınmıştır. Kolon ve perde boyutları ise, kalıp içinde kolon ve perde elemanların alanları toplamı, kalıp planı toplam alanın %1,%2 ve %4 olacak şekilde seçilmiştir. Malzeme olarak C25 beton ve S420 çelik sınıfı esas alınmıştır. Bütün katlarda hareketli yük $q=2.5 \text{ kN/m}^2$, kaplama yükü ise $g=1.5 \text{ kN/m}^2$ alınarak hesap yapılmıştır. Oluşturulan tüm modeller, Amerika ve Avrupa şartnamelerine göre değerlendirilmiştir. Amerikan şartnamesi olarak International Building Code (IBC) [4], Avrupa şartnamesi olarak Eurocode 8 (EC8)’e [5] göre sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 1. İncelenen 1. Kalıp planı



Şekil 2. İncelenen 2. Kalıp planı



Şekil 3. İncelenen 2. Kalıp planı

Tablo 1. %1 kolon ve perde alanı için yapının kat sayısına göre periyotları

Periyot (sn) %1	Tip 1	Tip 2	Tip 3
10 Katlı	1.584	0.901	1.099
20 Katlı	2.783	2.029	2.503
40 Katlı	5.500	5.324	5.712

Tablo 2. %2 kolon ve perde alanı için yapının kat sayısına göre periyotları

Periyot (sn) %1	Tip 1	Tip 2	Tip 3
10 Katlı	1.584	0.901	1.099
20 Katlı	2.783	2.029	2.503
40 Katlı	5.500	5.324	5.712

Tablo 3. %4 kolon ve perde alanı için yapının kat sayısına göre periyotları

Periyot (sn) %1	Tip 1	Tip 2	Tip 3
10 Katlı	1.584	0.901	1.099
20 Katlı	2.783	2.029	2.503
40 Katlı	5.500	5.324	5.712

Tablo 4. %1 kolon ve perde alanı için yapının kat sayısına göre IBC ve EU8 göre maksimum yer değiştirmeler

Mak. Dep. (cm)	IBC			Eurocode		
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 1	Tip 2	Tip 3
10 Katlı	2.861	1.584	2.135	5.925	3.514	4.860
20 Katlı	9.871	6.783	9.638	21.520	15.191	21.996
40 Katlı	43.553	47.011	50.133	97.101	108.102	113.956

Tablo 5. %2 kolon ve perde alanı için yapının kat sayısına göre IBC ve EU8 göre maksimum yer değiştirmeler

Mak. Dep. (cm)	IBC			Eurocode		
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 1	Tip 2	Tip 3
10 Katlı	1.912	1.227	4.406	4.296	2.680	3.342
20 Katlı	6.715	3.734	4.704	14.607	8.060	10.056
40 Katlı	29.209	23.895	24.470	65.138	54.745	55.538

Tablo 6. %4 kolon ve perde alanı için yapının kat sayısına göre IBC ve EU8 göre maksimum yer değiştirmeler

Mak. Dep. (cm)	IBC			Eurocode		
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 1	Tip 2	Tip 3
10 Katlı	1.870	1.140	1.385	4.201	2.477	3.053
20 Katlı	6.329	3.184	3.978	13.762	6.812	8.592
40 Katlı	26.872	18.851	20.425	59.861	43.082	46.310

4. SONUÇLAR

10, 20 ve 40 katlı üç adet yapı için perde ve kolon alanları toplam kat alanının %1, %2 ve %4 olacak şekilde seçilerek dinamik analizleri yapılmıştır. Tip 2 olarak belirtilen tüp perde ile teşkil edilen kalıp planının her üç dağılımda da en düşük periyot değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, dinamik analizi yapılan her model için seçilen iki farklı şartnameye göre deprem yükleri hesabı ve analizi yapılmıştır. Hesaplar yapılırken şartnamelerdeki farklılıklar mümkün olduğunca yakın durumlar seçilmeye çalışılarak maksimum yer değiştirmeler hesaplanmıştır. EC8 şartnamesinde IBC şartnamesine göre daha yüksek taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Değerlendirilen her üç kalıp planı için tüp perde ve kolonlarla teşkil edilen kalıp planı en düşük yer değiştirme değerlerine sahiptir.

KAYNAKÇA

- [1] Özgen, A. ve Sev, A., “Çok katlı yüksek yapılarda taşıyıcı sistemler” Birsan Yayınevi, İstanbul, 2000.
- [2] Hasgür, Z. ve Gündüz, A.N., “Betonarme yüksek binalar” İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1992.
- [3] Koç, Y., Gültekin, A.B., Durmuş, G. ve Dikmen, Ç.B., ”Yüksek yapı tasarımının malzeme ve taşıyıcı sistem kapsamında incelenmesi” 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük, Türkiye, 2009.
- [4] IBC, “International Building Code” International Code Council, Inc., Falls Church, Virginia, 2006.
- [5] Eurocode 8(EN 1998-1) “Design of structures for earthquake resistance” 2006,